



PATENT  
2760-1-003

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

APPLICANTS : Jorge Vicente BLASCO CLARET *et al*  
SERIAL NO. : 10/719,696  
FILED : November 21, 2003  
FOR : PROCESS FOR SYNCHRONIZATION OF  
COMMUNICATION INVOLVING MULTIPLE USER  
EQUIPMENTS WITH A HEAD-END EQUIPMENT BY  
MEANS OF OFDM MODULATION IN THE UPSTREAM  
CHANNEL

PETITION FOR GRANT OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Applicant hereby petitions for grant of priority of the present Application on the basis of the following prior filed foreign Application:

<u>COUNTRY</u>	<u>SERIAL NO.</u>	<u>FILING DATE</u>
Spain	200101179	May 23, 2001

To perfect Applicant's claim to priority, a certified copy of the above listed prior filed Application is enclosed.

Acknowledgment of Applicant's perfection of claim to priority is accordingly requested.

Respectfully submitted,

 12/2/03

Stefan J. Klauber  
Attorney for Applicant  
Registration No. 22,604

KLAUBER & JACKSON  
411 Hackensack Avenue  
Hackensack, NJ 07601  
(201)487-5800





MINISTERIO  
DE CIENCIA  
Y TECNOLOGIA



Oficina Española  
de Patentes y Marcas

# CERTIFICADO OFICIAL

Por la presente certifico que los documentos adjuntos son copia exacta de la solicitud de PATENTE de INVENCION número 200101179 , que tiene fecha de presentación en este Organismo el 23 de Mayo de 2001

Madrid, 18 de Noviembre de 2003

El Director del Departamento de Patentes  
e Información Tecnológica.

P.D.

CARMEN LENCE REIJA





MINISTERIO  
DE CIENCIA  
Y TECNOLOGÍA



Oficina Española  
de Patentes y Marcas

# INSTANCIA DE SOLICITUD

NÚMERO DE SOLICITUD

P 20 010 117 9

RM

(1) MODALIDAD: <input checked="" type="checkbox"/> <b>PATENTE DE INVENCION</b> <input type="checkbox"/> <b>MODELO DE UTILIDAD</b>		FECHA Y HORA DE PRESENTACIÓN EN LA O.E.P.M. 01 MAY 23 11:20	
(2) TIPO DE SOLICITUD: <input type="checkbox"/> ADICIÓN A LA PATENTE <input type="checkbox"/> SOLICITUD DIVISIONAL <input type="checkbox"/> CAMBIO DE MODALIDAD <input type="checkbox"/> TRANSFORMACIÓN SOLICITUD PATENTE EUROPEA <input type="checkbox"/> PCT: ENTRADA FASE NACIONAL		(3) EXP. PRINCIPAL O DE ORIGEN: MODALIDAD ..... N.º SOLICITUD ..... FECHA SOLICITUD ...../...../.....	
(5) SOLICITANTE (S): APELLIDOS O DENOMINACIÓN SOCIAL  DISEÑO DE SISTEMAS EN SILICIO, S.A.		(4) LUGAR DE PRESENTACIÓN:    CÓDIGO  MADRID    2181	
(6) DATOS DEL PRIMER SOLICITANTE: DOMICILIO ..... Charles Robert Darwin, 2 Parq. Tecnológico LOCALIDAD ..... PATERNA PROVINCIA ..... VALENCIA PAÍS RESIDENCIA ..... ESPAÑA NACIONALIDAD ..... ESPAÑOLA		TELÉFONO ..... CORREO ELECTRÓNICO ..... CÓDIGO POSTAL ..... 46980 CÓDIGO PAÍS ..... ES CÓDIGO PAÍS ..... ES	
(7) INVENTOR (ES): BLASCO CLARET RIVERO INSUA GAVILLERO MARTIN IRANZO MOLINERO		NOMBRE JORGE VICENTE JUAN CARLOS JUAN MIGUEL SALVADOR	
(8) <input type="checkbox"/> EL SOLICITANTE ES EL INVENTOR <input checked="" type="checkbox"/> EL SOLICITANTE NO ES EL INVENTOR O ÚNICO INVENTOR		NACIONALIDAD ESPAÑOLA " " "	
(9) MODO DE OBTENCIÓN DEL DERECHO: <input checked="" type="checkbox"/> INVENC. LABORAL <input type="checkbox"/> CONTRATO <input type="checkbox"/> SUCESIÓN		CÓDIGO PAÍS ES ES ES ES	
(10) TÍTULO DE LA INVENCION: PROCEDIMIENTO PARA LA SINCRONIZACION DE LA COMUNICACION MEDIANTE MODULACION OFDM DE MULTIPLES EQUIPOS DE USUARIO CON UN EQUIPO DE CABECERA (CANAL ASCENDENTE)			
(11) EFECTUADO DEPÓSITO DE MATERIA BIOLÓGICA: <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO			
(12) EXPOSICIONES OFICIALES: LUGAR    FECHA			
(13) DECLARACIONES DE PRIORIDAD: PAÍS DE ORIGEN    CÓDIGO PAÍS    NÚMERO    FECHA			
(14) EL SOLICITANTE SE ACOGE AL APLAZAMIENTO DE PAGO DE TASAS PREVISTO EN EL ART. 162. LEY 11/86 DE PATENTES <input type="checkbox"/>			
(15) AGENTE/REPRESENTANTE: NOMBRE Y DIRECCIÓN POSTAL COMPLETA. (SI AGENTE P.I., NOMBRE Y CÓDIGO) (RELLÉNESE, ÚNICAMENTE POR PROFESIONALES) JAVIER UNGRIA 392/1    Avd: Ramón y Cajal, 78 - 28043 MADRID			
(16) RELACIÓN DE DOCUMENTOS QUE SE ACOMPAÑAN: <input checked="" type="checkbox"/> DESCRIPCIÓN N.º DE PÁGINAS: ..... 21 <input checked="" type="checkbox"/> N.º DE REIVINDICACIONES: ..... 13 <input checked="" type="checkbox"/> DIBUJOS. N.º DE PÁGINAS: ..... 3 <input type="checkbox"/> LISTA DE SECUENCIAS N.º DE PÁGINAS: ..... <input checked="" type="checkbox"/> RESUMEN <input type="checkbox"/> DOCUMENTO DE PRIORIDAD <input type="checkbox"/> TRADUCCIÓN DEL DOCUMENTO DE PRIORIDAD		FIRMA DEL SOLICITANTE O REPRESENTANTE JAVIER UNGRIA P. I. (VER COMUNICACIÓN AL DORSO) FIRMA DEL FUNCIONARIO	
NOTIFICACIÓN SOBRE LA TASA DE CONCESIÓN: Se le notifica que esta solicitud se considerará retirada si no procede al pago de la tasa de concesión; para el pago de esta tasa dispone de tres meses a contar desde la publicación del anuncio de la concesión en el BOPI, más los diez días que establece el art. 81 del R.D. 2245/1986.			

MOD. 3101 - 1 - EJEMPLAR PARA EL EXPEDIENTE

NO CUMPLIMENTAR LOS RECUADROS ENMARCADOS EN ROJO



(31) NUMERO

DATOS DE PRIORIDAD

(32) FECHA

(33) PAIS

A1

(13) PATENTE DE INVENCION

NÚMERO SOLICITUD  
200101179

(29) FECHA DE PRESENTACION

23.5.2001

(71) SOLICITANTE(S)

DISEÑO DE SISTEMAS EN SILICIO, S.A.

NACIONALIDAD ESPAÑOLA

DOMICILIO

Charles Robert Darwin, 2 Parque Tecnológico  
46980 PATERNA(VALENCIA)

(72) INVENTORES

JUAN MIGUEL GAVILLERO MARTIN y SALVADOR IRANZO MOLINERO  
todos ellos de nacionalidad Española.

(73) TITULAR(ES)

(11) N.º DE PUBLICACION

(45) FECHA DE PUBLICACION

(62) PATENTE DE LA QUE ES  
DIVISIONARIA

(51) Int. Cl.

H04B 3/54, H04J 11/00, H04 L 7/00

(54) TITULO

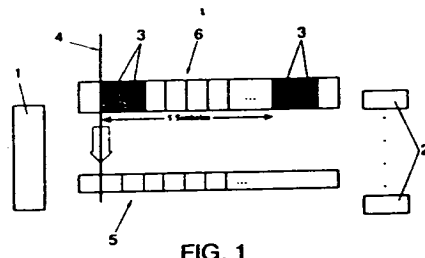
PROCEDIMIENTO PARA LA SINCRONIZACION DE  
LA COMUNICACION MEDIANTE MODULACION OFDM  
DE MULTIPLES EQUIPOS DE USUARIO CON UN  
EQUIPO DE CABECERA (CANAL ASCENDENTE)

FIG. 1

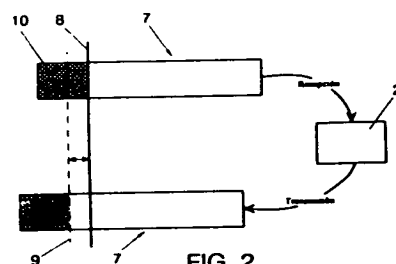


FIG. 2

(57) RESUMEN (APORTACION VOLUNTARIA SIN VALOR JURIDICO)

**Procedimiento para la sincronización de la comunicación mediante modulación OFDM de múltiples equipos de usuario con un equipo de cabecera (canal ascendente)**

En el que se realiza previamente una sincronización en frecuencia y tiempo en el canal descendente, determinado por la comunicación desde el equipo de cabecera (1) con los equipos de usuario (2), mediante el envío de secuencias de sincronismo (3); se caracteriza porque corrige la frecuencia de muestreo de los distintos equipos de usuario (2) a partir de la estimación realizada en la sincronización en frecuencia del enlace descendente para sincronizar en frecuencia el enlace ascendente sin que el equipo de cabecera realice correcciones en la recepción del canal ascendente.

Estima (9), por parte de los equipos de usuario (2), el momento de envío de los símbolos OFDM (7) al equipo de cabecera (1), para que éste los reciba en instantes de tiempo fijos previamente establecidos.

Además se prevé la interrogación de los equipos de usuario (2), para que éstos realicen peticiones de acceso al canal ascendente y la cabecera pueda realizar la distribución entre las peticiones recibidas.

Es aplicable a una comunicación bidireccional a través de la red eléctrica para el envío de datos.

**PROCEDIMIENTO PARA LA SINCRONIZACION DE LA COMUNICACION  
MEDIANTE MODULACION OFDM DE MULTIPLES EQUIPOS DE USUARIO  
CON UN EQUIPO DE CABECERA (CANAL ASCENDENTE)**

**CAMPO TECNICO DE LA INVENCION**

5                   La invención pertenece al sector de las  
telecomunicaciones, y más concretamente es aplicable en la  
comunicación bidireccional entre un equipo de cabecera y  
una pluralidad de equipos de usuario para realizar la  
sincronización del canal ascendente, empleando como medio  
10 de transmisión la red eléctrica, de modo que por ella se  
puedan ofrecer múltiples servicios a los usuarios.

**OBJETO DE LA INVENCION**

15                   La invención que nos ocupa tiene por objeto  
proporcionar un nuevo procedimiento altamente seguro de  
sincronización en tiempo y frecuencia para el canal  
ascendente a través de la red eléctrica, de forma que evita  
los problemas inherentes a la gran cantidad de ruido y a la  
selectividad en frecuencia que son problemas típicos que se  
producen en la transmisión de datos a través de la red  
20 eléctrica, y por tanto se evita que se provoquen falsas  
indicaciones de sincronismo en el canal ascendente.

                  Mediante el procedimiento de la invención se  
efectúa una sincronización en frecuencia en la que los  
transmisores de los equipos de usuario se sincronizan a la  
25 frecuencia utilizada en el receptor del equipo de cabecera,  
y todo ello a partir de la sincronización en frecuencia  
realizada por el enlace descendente, determinado por la  
comunicación desde el equipo de cabecera con los equipos de  
usuario, de forma que el equipo de cabecera no tiene que  
30 efectuar ninguna corrección en frecuencia.

                  Además el procedimiento de la invención  
comprende una sincronización en tiempo que tiene por objeto  
estimar el momento en el que los equipos de usuario deben  
enviar los símbolos OFDM para que el equipo de cabecera  
35 los reciba en instantes fijos previamente establecidos,

modificando los equipos de usuario el momento de transmisión de los símbolos OFDM para que se cumpla la condición indicada, de manera que igualmente el equipo de cabecera no tenga que efectuar ningún tipo de corrección en tiempo.

5           Dado que la sincronización del canal ascendente de la presente invención se basa en la sincronización efectuada en el canal descendente, cabe señalar que la sincronización del canal descendente prevista en la  
10           presente patente de invención se basa preferentemente en el procedimiento de sincronización del enlace descendente descrito en la solicitud de patente de invención española nº 200101154.

#### **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

15           Son conocidos múltiples métodos de sincronización de la comunicación del canal ascendente para la transmisión mediante modulación OFDM desde múltiples  
20           equipos de usuario hacia un equipo de cabecera, pero ninguno de ellos resulta ser altamente seguro para evitar falsas indicaciones de sincronismo en sistemas punto a  
25           multipunto en el que el medio de transmisión empleado es la red eléctrica.

          Como es sabido el empleo de la red eléctrica como medio de transmisión es problemático, ya que la  
30           conexión-desconexión de diferentes aparatos en la red produce picos de tensión y variaciones de impedancia en la  
35           línea, de manera que la respuesta del canal varía en el tiempo.

          Entre los métodos de sincronización conocidos cabe destacar el descrito en la patente USA5732113 en la  
30           que se especifica un procedimiento de sincronización temporal que utiliza un solo símbolo de sincronismo con dos mitades iguales, de manera que para realizar la sincronización se emplea un número menor de muestras que en la  
35           solución propuesta en la presente invención, por lo que los ruidos impulsivos, tan usuales en la red eléctrica, afectan



en mayor medida a la sincronización, ya que por definición son ruidos puntales que afectan a un pequeño número de muestras, y por tanto afectan más al proceso descrito en la referida patente USA5732113 que a la solución propuesta mediante la presente invención, por lo que el método del empleo de un solo símbolo de sincronismo no es deseable en un sistema de transmisión a través de la red eléctrica.

Por otro lado, cabe señalar que el empleo de un único símbolo de sincronismo determina que en el cálculo o estimación del sincronismo exista una mayor varianza al emplearse un número menor de muestras para realizar la sincronización.

Por otro lado, el concepto de utilizar dos símbolos iguales fue publicado por P.Moose en "A Technique for orthogonal frequency division multiplexing frequency offset correction. IEEE Trans. on Commun., vol. 42, pp.2908-2914, October 1.994", pero estos símbolos jamás han sido utilizados para realizar el sincronismo temporal, tal y como sucede en la invención que nos ocupa, sino que los utiliza Moose para estimar el error en frecuencia de traslación analógica.

Además, tal y como fue señalado en el apartado anterior, la sincronización en frecuencia del canal ascendente se efectúa a partir de la sincronización en frecuencia del canal descendente, como se indica en la solicitud de patente española nº 200101154, es conocido realizar la sincronización en frecuencia mediante el arcotangente de la correlación para corregir el error en frecuencia de traslación analógica, tal y como por ejemplo se describe en la patente USA 5432113 o en el propio artículo de Moose anteriormente referido; pero, en el caso de la invención que nos ocupa, la sincronización en frecuencia se efectúa mediante la estimación del error en la frecuencia de muestreo de los convertidores analógico/digitales previstos en cada uno de los receptores de los

usuarios, lo que difiere sustancialmente respecto a lo conocido en el estado de la técnica.

### **DESCRIPCION DE LA INVENCION**

5 Para conseguir realizar la sincronización en  
frecuencia y tiempo a través del canal ascendente en un  
sistema de transmisión punto a multipunto con modulación  
OFDM a través de la red eléctrica, la invención comprende  
sincronizar en frecuencia mediante la corrección de la  
10 frecuencia de muestreo de los distintos equipos de usuario  
a partir de la estimación realizada en la sincronización en  
frecuencia del enlace descendente. Además comprende la  
realización de una precompensación en los equipos de  
usuario de la rotación que sufren las distintas portadoras  
al ser enviadas por el enlace ascendente a partir de la  
15 estimación de la rotación sufrida por las portadoras en el  
enlace descendente. Estas dos características permiten  
realizar la sincronización en frecuencia del enlace  
ascendente sin que el equipo de cabecera realice correc-  
ciones en la recepción del canal ascendente, ya que la  
20 sincronización se efectúa en los equipos de usuario.

Además el procedimiento de la invención  
comprende sincronizar en el tiempo mediante la estimación  
por parte de los equipos de usuario del momento de envío de  
los símbolos OFDM al equipo de cabecera, para que éste los  
25 reciba en instantes de tiempo fijos previamente estableci-  
dos, de manera que se realice la sincronización en tiempo,  
a partir de la señal recibida en el enlace descendente, sin  
que el equipo de cabecera efectúe correcciones en la  
recepción del canal ascendente.

30 Además la invención se caracteriza porque se  
interroga a los equipos de usuario desde el equipo de  
cabecera mediante la asignación de slots (fragmentos de  
tiempo y/o frecuencia), en los que dichos equipos de  
usuario responden al equipo de cabecera cuando desean  
35 realizar peticiones de acceso al canal ascendente, a partir

de las cuales el equipo de cabecera distribuye el ancho de banda del canal ascendente entre los usuarios que solicitaron transmitir y envía esta distribución a los equipos de usuario para que éstos transmitan sin colisiones.

5               La sincronización en tiempo se realiza de manera que los equipos de usuario envían los símbolos OFDM en los instantes estimados a partir de la señal recibida en el enlace descendente, para que el equipo de cabecera los reciba en un determinado instante de tiempo, o al menos en  
10 una ventana temporal de un pequeño número de muestras, de modo que se evita que se produzcan interferencias debidas a no haberse inventanado correctamente las señales de los usuarios.

              En consecuencia, el equipo de cabecera nunca  
15 adelanta o retrasa su ventana de recepción, sino que la mantiene en instantes fijos predeterminados, a los que se ajustan los equipos de usuario.

              La sincronización en frecuencia del canal  
ascendente se efectúa al realizar la sincronización en  
20 frecuencia en el enlace descendente, ya que se utilizan los mismos osciladores para generar las frecuencias de muestreo de transmisión y recepción tanto en el equipo de cabecera como en los equipos de usuario.

              La precompensación de la rotación realizada en  
25 los equipos de usuario se efectúa mediante un rotor a partir de la rotación estimada en cada una de las portadoras de las señales recibidas en el equipo de usuario a través del canal descendente, para lo que cada equipo de usuario tiene un mecanismo de rotor en el transmisor,  
30 además del utilizado en el receptor, teniendo ambos un funcionamiento similar. Así, por ejemplo, el rotor de los transmisores del equipo de usuario funcionará de la misma forma que la descrita en la solicitud de patente española nº 200101154.

35               La precompensación de la rotación permite que

la señal llegue al equipo de cabecera como si no hubiese error en frecuencia, ya que la rotación que se realiza al transmitir mediante la invención precompensa la rotación producida por el envío a través de la red de distribución eléctrica.

Además la invención se caracteriza porque la sincronización en tiempo comprende la generación y envío de una o varias secuencias de sincronismo desde el equipo de usuario al de cabecera cuando éste se lo solicita; estando constituida la secuencia de sincronismo por dos símbolos idénticos. La secuencia de sincronismo se detecta en el equipo de cabecera mediante el maximizado del criterio de máxima verosimilitud (convencionalmente conocido en el estado de la técnica), de manera que la sincronización temporal se efectúa a partir del cálculo del máximo de la correlación de las muestras de la secuencia enviada por los distintos usuarios, siendo éste máximo determinado como el punto medio de la zona plana del pico de correlación, cuyo tamaño en número de muestras es igual al número de muestras de prefijo cíclico (prefijo que convencionalmente se introduce para evitar interferencia entre símbolos) sin interferencia entre símbolos (ISI), todo ello de igual manera que en el enlace descendente, pero con la diferencia que el equipo de cabecera conoce aproximadamente el momento en que llegará una secuencia de sincronismo de un determinado equipo de usuario, puesto que para ello se lo ha solicitado anteriormente mediante la asignación de un slot a través de un mensaje de reparto de slots o asignación de recursos del enlace ascendente a los usuarios (SAM) que convencionalmente se envía desde el equipo de cabecera a los equipos de usuario, de manera que en el slot asignado el equipo de usuario envía la secuencia de sincronismo.

El procedimiento de sincronización en tiempo del enlace ascendente comprende una fase de adquisición y una fase de seguimiento en las que se estima el momento de

transmisión de los símbolos OFDM en los distintos equipos de usuario, para que dichos símbolos sean recibidos por el equipo de cabecera en los instantes de tiempo fijos y previamente establecidos, tal y como ya fue comentado con anterioridad.

La fase de adquisición del sincronismo temporal está determinada por un lazo abierto en el que los equipos de usuario estiman el comienzo de la transmisión de cada símbolo OFDM a partir del sincronismo temporal obtenido en el enlace descendente; para lo que tras estimar el instante de llegada de los símbolos OFDM recibidos por el canal descendente, el equipo de usuario compensa el retardo introducido por los filtros de su receptor y del transmisor, así como el error medio cometido, establecido a partir del prefijo cíclico, y emite los símbolos OFDM en el instante estimado, de tal forma que el instante de comienzo de los símbolos en la línea eléctrica sea aproximadamente igual en el enlace ascendente y descendente.

La fase de seguimiento de la sincronización en tiempo está determinada por un lazo cerrado (realimentación) en el que el equipo de cabecera estima, a través de la señal recibida que fue enviada por un equipo de usuario, el número de muestras que dicho equipo de usuario debe adelantar o retrasar el envío de los símbolos OFDM para recibirlos exactamente en el instante esperado; enviando el equipo de cabecera la información del cálculo realizado por el enlace descendente al equipo de usuario como un parámetro de un mensaje SAM, a partir del cual el equipo de usuario realiza dicho adelanto o retraso del envío de los símbolos OFDM.

El lazo abierto de la sincronización en tiempo se realiza continuamente para que la estimación realizada por el lazo cerrado compense el retardo introducido por el canal, consiguiéndose una sincronización adecuada.

Cuando el equipo de cabecera quiere conocer

5      qué usuarios están interesados en transmitir por el enlace ascendente, realiza la asignación de slots de interrogación a los equipos de usuario, en los que los equipos de usuario afectados envían un símbolo predeterminado (símbolo de POLLING que indica respuesta a una interrogación) en caso de querer transmitir por el enlace ascendente.

10      Los slots de interrogación se dividen en pequeños fragmentos de uno o más símbolos para interrogar a una pluralidad de equipos de usuarios al mismo tiempo, de forma que la cabecera asigna un fragmento a uno o más usuarios que quiere interrogar, mediante mensajes SAM, de modo que en el caso de que el usuario quiera transmitir utiliza ese fragmento para responder a la interrogación y no el slot completo.

15      En cada fragmento los usuarios envían un único símbolo de POLLING, dejando en silencio el resto del fragmento cuando éste ocupa más de un símbolo, para que no se superpongan los símbolos de POLLING de respuesta a la interrogación realizada a los usuarios, que puede suceder al responder éstos en dos fragmentos distintos mientras los usuarios no están correctamente sincronizados en tiempo.

20      La detección del símbolo de POLLING de respuesta a una interrogación se realiza mediante la correlación de la señal recibida con un símbolo de POLLING, el cual ha sido previamente almacenado en el equipo de cabecera. Para realizar esta función se emplea preferentemente un filtro adaptado a la forma del símbolo.

25      El símbolo de POLLING tiene X partes iguales, de forma que en la detección se puede utilizar un filtro adaptado de respuesta finita con  $N/X$  productos y retardos, siendo N el número de muestras que hay en el símbolo de POLLING enviado por el usuario en el fragmento asignado del slot de interrogación en el caso de tener necesidad de transmitir por enlace ascendente.

30      Por tanto, mediante el símbolo POLLING el

equipo de cabecera conoce los equipos de usuario que desean transmitir a los que posteriormente, siempre que sea necesario, solicita mediante SAM el envío de la secuencia de sincronismo.

5 A continuación para facilitar una mejor comprensión de esta memoria descriptiva y formando parte integrante de la misma, se acompañan una serie de figuras en las que con carácter ilustrativo y no limitativo se ha representado el objeto de la invención.

10 **BREVE ENUNCIADO DE LAS FIGURAS**

**Figura 1.-** Muestra esquemáticamente la fase de adquisición de sincronismo temporal constituida por el lazo abierto para la transmisión de equipos de usuario por el enlace ascendente.

15 **Figura 2.-** Muestra detalle del envío de símbolos OFDM por el enlace ascendente tras realizar la fase de adquisición del sincronismo temporal.

**Figura 3.-** Muestra un esquema de tiempos de la fase de seguimiento del sincronismo temporal que se efectúa mediante un lazo cerrado.

20 **Figura 4.-** Muestra un ejemplo de asignación de slots de interrogación para determinar qué usuarios desean transmitir.

25 **Figura 5.-** Muestra un posible ejemplo de realización del filtro empleado para realizar la detección de un símbolo POLLING.

**DESCRIPCION DE LA FORMA DE REALIZACION PREFERIDA**

A continuación se realiza una descripción de la invención basada en las figuras anteriores.

30 Tal y como ha sido comentado anteriormente, la invención es aplicable a la comunicación bidireccional a través de la red eléctrica entre un equipo de cabecera 1 y una pluralidad de equipos de usuario 2, y tiene por objeto proporcionar un procedimiento que posibilite la sincronización del canal ascendente en un sistema punto a multipunto

35

con modulación OFDM (múltiplexación por división ortogonal en frecuencia) tal como el descrito en la solicitud de patente española nº 200003024.

5 Tal y como es conocido en el estado de la técnica, el equipo de cabecera comprende un convertidor digital/analógico que se conecta con ciertos componentes analógicos (separador y filtros) que permiten introducir la señal en la red eléctrica, a través de la cual se envían las señales a los diferentes equipos de usuario 2, cuyos  
10 receptores toman la señal de la red mediante un separador y unos filtros analógicos, y pasan estas señales a un convertidor analógico/digital, todo ello para permitir la comunicación del canal descendente.

15 De igual forma el receptor del equipo de cabecera comprende un convertidor analógico/digital y el transmisor de los equipos de usuario un convertidor digital/analógico para permitir la comunicación por el canal ascendente.

20 En una implementación real existirá un error en la frecuencia de muestreo entre el receptor de cabecera y el transmisor de los usuarios, debido a las diferencias existentes entre los osciladores de sus convertidores, por lo que la frecuencia de muestreo utilizada en estos equipos no será exactamente la misma.

25 El error en la frecuencia de muestreo provoca que la constelación de cada una de las portadoras de la modulación rote símbolo a símbolo. Además de este problema, los errores en la frecuencia de muestreo pueden provocar a su vez atenuación y ruido en el sistema, por lo que es  
30 necesario corregir este error mediante la sincronización del canal ascendente, para conseguir que la frecuencia de muestreo del receptor del equipo de cabecera y la frecuencia de muestreo de los transmisores de los equipos de usuario sean la misma.

35 También existe el problema de que el receptor



del equipo de cabecera puede recibir diferentes informaciones de diferentes usuarios por cualquiera de las portadoras asociadas al enlace ascendente, por lo que deberá hacer la transformación de todo el espectro de la señal recibida.

5           Además el receptor del equipo de cabecera debe conocer el instante en el que comienzan los símbolos OFDM enviados desde los equipos de usuario, por lo que se debe efectuar una sincronización en el tiempo, para evitar que se produzcan interferencias debidas a no haber detectado  
10           correctamente las señales enviadas desde los equipos de los usuarios.

          Respecto a la sincronización de la frecuencia de muestreo, ésta se efectúa en los transmisores de los equipos de usuario, y se realiza a partir de la sincroniza-  
15           ción en frecuencia del canal descendente.

          Así la sincronización en frecuencia del transmisor de los usuarios se realiza a partir de la referencia transmitida por el enlace descendente para  
20           sincronizar el receptor de los usuarios, tal y como se efectúa por ejemplo en la solicitud de patente de invención española nº 200101154.

          La frecuencia que utiliza el equipo de cabecera para transmitir por el enlace descendente es la misma que la frecuencia de muestreo que utiliza para  
25           recibir en el enlace ascendente (o un múltiplo o submúltiplo de ella), y por tanto la frecuencia que se utiliza en el canal descendente tiene el mismo error respecto a la frecuencia nominal que la que se utiliza para recibir por el enlace ascendente. Por tanto cuando los usuarios reciben  
30           la información de sincronismo por el enlace descendente y se sincronizan en frecuencia, al mismo tiempo se sincronizan en frecuencia en el enlace ascendente, con lo que no es necesario incluir ningún paso adicional para la sincronización en frecuencia de los múltiples equipos de usuario en  
35           la transmisión hacia el equipo de cabecera por el enlace

ascendente.

Tal y como se describe en la solicitud de patente española nº 200101154, si en el enlace descendente la corrección del error en frecuencia se realiza mediante un VCXO (oscilador variable controlado por tensión), al realizar la corrección de la frecuencia de recepción de los usuarios, para el enlace descendente, también se realiza la corrección para la frecuencia de transmisión de los mismos, para el enlace ascendente, con lo que se efectúa la corrección de la frecuencia para ambos enlaces al mismo tiempo. Si por el contrario la corrección del error en frecuencia en el enlace descendente se efectúa mediante un remuestreador, tal y como también se describe en la solicitud de patente española nº 200101154, en los receptores de los usuarios es necesario utilizar un remuestreador similar en la transmisión de los mismos, para precompensar este error en transmisión y conseguir que la señal recibida en el equipo de cabecera no tenga error en frecuencia.

Además para corregir el problema de la rotación de las portadoras en el enlace ascendente, sería necesario utilizar un rotor en el equipo de cabecera, por cada uno de los usuarios del sistema, lo cual supondría una ingente cantidad de memoria y capacidad de proceso sobre la señal recibida por el enlace ascendente, ya que hay múltiples usuarios transmitiendo al mismo tiempo por dicho enlace ascendente, lo cual representa una dificultad importante.

Para salvar esta dificultad, la invención ha previsto que el procedimiento de la invención realice una precompensación de la rotación en la transmisión de cada uno de los usuarios, para lo que cada uno de los usuarios incluye un rotor en el transmisor, aparte del utilizado en su receptor tal y como se describe en la solicitud de patente española nº 200101154.

El rotor del transmisor de los equipos de

5 usuario estima cuánto se tiene que rotar las portadoras para enviar por el enlace ascendente a partir de la cantidad que rota a la constelación en cada una de las portadoras para la señal recibida desde el enlace descendente.

10 De esta forma la señal llega al equipo de cabecera como si no hubiese rotación en las portadoras recibidas, ya que la rotación que se produce en la transmisión por el envío a través de la red eléctrica, ha sido precompensada.

15 Por tanto el funcionamiento del rotor de transmisión de los equipos de usuario utiliza el mismo concepto de funcionamiento que el rotor de recepción empleado en la sincronización de enlace descendente, como por ejemplo el descrito en la referida solicitud de patente española nº 200101154.

20 Respecto a la sincronización temporal del enlace ascendente, ésta comprende una fase en la que se estima por parte de los equipos de usuario el momento de envío de los símbolos OFDM al equipo de cabecera, para que éste los reciba en instantes de tiempo fijos previamente establecidos, es decir el equipo de cabecera nunca adelanta o retrasa su ventana de recepción, sino que son los equipos de usuario los que realizan el ajuste de su ventana de transmisión, adelantando o retrasando el instante de inicio de la transmisión de los símbolos OFDM, para que éstos lleguen adecuadamente a la ventana de recepción del equipo de cabecera.

25 Para realizar esta funcionalidad, se ha previsto que la sincronización en el tiempo del canal ascendente se efectúe mediante una fase de adquisición y una fase de seguimiento.

30 La fase de adquisición de sincronismo temporal se efectúa mediante un lazo abierto que consiste en extraer la información del sincronismo temporal obtenida en el

35

enlace descendente, y a partir de dicha sincronización efectuar la sincronización en el tiempo en el enlace ascendente. Esto no supone ningún perjuicio al sistema, ya que los tiempos de propagación por la red eléctrica para las  
5 frecuencias utilizadas son muy pequeños en comparación con la duración del prefijo cíclico, que convencionalmente se añade a los símbolos OFDM para evitar la interferencia entre símbolos.

Al recibir la señal de sincronismo que el  
10 equipo de cabecera envía por el enlace descendente, cada transmisor del equipo de usuario estima el principio de los símbolos OFDM. El error en esta estima es negativo por diseño del sistema, esto es, se estima que el inicio del símbolo es anterior a su posición real, por lo que siempre  
15 cae dentro del prefijo cíclico (que convencionalmente se antepone al símbolo OFDM); para evitar las interferencias entre símbolos por malas estimaciones. En ausencia de un canal dispersivo la media del error cometido en la estimación es de medio prefijo cíclico. Con canales dispersivos,  
20 como es el caso de la red eléctrica, el error es algo menor, ya que la parte inicial del prefijo cíclico se ve afectada por la interferencia entre los símbolos transmitidos.

Cada equipo de usuario inserta los símbolos  
25 OFDM a transmitir en el enlace ascendente a partir del instante que ha estimado como inicio de los símbolos en el enlace descendente. Para ello el receptor del equipo de usuario estima el instante de llegada de los símbolos por el enlace descendente, como por ejemplo se realiza en dicha  
30 solicitud de patente española nº 200101154, y compensa el retardo que suponen los filtros de recepción del enlace descendente, los filtros de transmisión en el enlace ascendente y el error medio cometido, que tal y como fue señalado es medio prefijo cíclico. De esta manera, desde el  
35 punto de vista del equipo de usuario, los símbolos del

enlace descendente y los del ascendente comienzan en el mismo instante en el canal. Es evidente que cualquier otra relación temporal entre los símbolos del canal ascendente y del canal descendente podría haber sido elegida sin perjuicio para el procedimiento descrito en la invención. La diferencia temporal entre los símbolos enviados por el enlace descendente y los que recibe por el ascendente, desde el punto de vista del equipo de cabecera, se corresponde con el retardo de ida y vuelta introducidos por los canales descendente y ascendente.

En la figura 1 se ha representado la fase de adquisición realizada mediante el lazo abierto, que se denomina adquisición ciega, en la que se aprecia cómo el inicio 4 de los símbolos de la secuencia de sincronismo 3 que se envían por el canal descendente sirve como referencia temporal para los equipos de usuario 2, lo cual se ha referenciado con 5.

La referencia 6 de la figura 1 representa el resto de símbolos que se envían por el canal descendente (datos, ecualización, etc.).

En la figura 2 se representa esquemáticamente el momento en el que se envían los símbolos OFDM 7 por el enlace ascendente, calculándose el instante 8 de llegada de un símbolo OFDM 7 por el enlace descendente según la sincronización de este canal, y a partir de este instante 8, estima cuándo tiene que transmitir 9 por el enlace ascendente, cometiendo siempre un error en la estimación de signo negativo que viene representado por la diferencia entre el instante 8 y el 9. En esta figura la referencia numérica 10 representa el prefijo cíclico.

Una vez realizada la adquisición ciega, se efectúa la fase de seguimiento que se materializa mediante un bucle cerrado, ya que mediante la adquisición ciega realizada a partir de la sincronización del enlace descendente se obtiene una referencia temporal sobre cuándo poder

transmitir por el enlace ascendente, pudiendo suceder que la adquisición ciega no sea suficientemente precisa, con lo que el equipo de cabecera no podría discriminar la señal recibida, ya que tal y como ha sido explicado con anterioridad siempre enventana en instantes fijos.

Con la adquisición ciega correctamente efectuada queda una indeterminación, desde el punto de vista del equipo de cabecera, debida al retardo de ida y vuelta del canal, que se estima mediante el bucle cerrado de la sincronización temporal.

Para ello, se efectúa el bucle cerrado del sincronismo temporal en el que el equipo de cabecera calcula a través de la señal recibida desde un equipo de usuario, el número de muestras que debería el usuario adelantar o retrasar el inicio de su transmisión para que el enventanado en el equipo de cabecera sea óptimo.

Esta información de realimentación se envía por el enlace descendente al equipo de usuario implicado, como un parámetro del mensaje SAM.

Este proceso se ha representado en el esquema de tiempos, en el que a partir de la sincronización en el enlace descendente, para lo que el equipo de cabecera envía secuencias de sincronismo 28, se realiza la adquisición ciega 12 de la forma explicada, punto a partir del cual el equipo de usuario envía los datos más la secuencia de sincronismo si esta secuencia ha sido pedida por el equipo de cabecera, después de recibir en un mensaje SAM 11 enviado por la cabecera el permiso para utilizar ciertas frecuencias y tiempos, esto es, uno o más slots, del enlace ascendente, lo cual se ha representado con la referencia numérica 13. A partir de la secuencia de sincronismo enviada desde el equipo de usuario, el equipo de cabecera realiza el cálculo del número de muestras que se debería adelantar o retrasar para enventanarse de forma óptima, lo cual se ha representado con la referencia numérica 14. El

equipo de cabecera detecta el instante de llegada del símbolo OFDM del usuario, de forma que realiza la diferencia entre este instante y el instante exacto en el que debería haberle llegado. Esta diferencia, en número de  
5 muestras, es la referencia que se envía al equipo de usuario implicado para que corrija el momento de envío de símbolos.

Posteriormente el equipo de cabecera envía un mensaje SAM representado con la referencia 15 en el que se  
10 indica el adelanto o retraso que debe incluir el equipo de usuario en la transmisión de los símbolos OFDM 7 en el enlace ascendente. Con la referencia 16 se representa la detección de esta información enviada desde el equipo de cabecera, realizando el equipo de usuario la corrección  
15 señalada y enviando los símbolos OFDM 7 en el instante corregido, opcionalmente junto con una secuencia de sincronismo, lo cual se ha representado con la referencia 17 de manera que los símbolos OFDM llegan al equipo de cabecera en los instantes en los que se realiza el inventariado en el  
20 equipo de cabecera. Esta circunstancia ha sido referenciada con el número 18.

Cabe señalar que la fase de adquisición se realiza continuamente cada vez que se detecta una secuencia de sincronismo por el enlace descendente, a partir de  
25 la cual se corrige el instante de transmisión con el algoritmo de bucle abierto descrito anteriormente. Dado que puede existir cierto error en la frecuencia de muestreo entre el equipo de cabecera y los de usuario, el inventariado va variando lentamente y es necesario corregirlo antes  
30 de que la transmisión se adelante o retrase tanto que el receptor no inventane correctamente, lo cual se efectúa mediante la fase de seguimiento descrita anteriormente.

En toda la descripción realizada, uno de los problemas a solucionar por el equipo de cabecera, consiste  
35 en la identificación de qué equipos de usuario quieren

transmitir en un determinado momento.

Para ello cuando un usuario desea transmitir por el canal ascendente se pone a la escucha del enlace descendente esperando a que el equipo de cabecera 1 indique que cierto o ciertos slots del enlace ascendente se utilizarán para interrogación, mediante la información incluida en un mensaje SAM 26. En el ejemplo de realización de la figura 4 se asignan slots de interrogación, para cada uno de los tres equipos de usuario 2 representados que pueden o no desear transmitir. Para ello se asigna un slot de interrogación 19 dividido en varios fragmentos 27 (siendo cada fragmento asignado a uno de los usuarios que serán interrogados), en los que contesta cada equipo de usuario interesado en transmitir sí y sólo si este equipo está interesado en acceder al enlace ascendente, para lo que envía un símbolo predeterminado para indicar la respuesta a la interrogación en el fragmento 27 asignado del slot de interrogación 19, siendo este símbolo denominado símbolo de POLLING 20. Dado que las peticiones de los equipos de usuario pueden colisionar cuando se interrogan varios equipos de usuarios de un grupo de la misma sección del slot 19, se ha previsto que si esto ocurriera, se pone en marcha un proceso de solución de contención o por el contrario se deja que los equipos de usuario afectados envíen nuevamente su solicitud de acceso en posteriores oportunidades.

El slot de interrogación 19, se divide en fragmentos 27 con tamaño mayor o igual al de un símbolo POLLING 20 dejando el resto del fragmento en silencio, de manera que se evita que se superpongan los símbolos POLLING 20 de respuesta a la interrogación de los diferentes usuarios al responder en varios fragmentos 27. De esta manera se reduce la probabilidad de interferencia, ya que los equipos de usuario se encuentran sincronizados en tiempo por la adquisición ciega, esto es, de forma subópti-



ma, de manera que se podría superponer parte de los símbolos POLLING 20, lo cual se evita mediante la introducción de los silencios 21.

5 Para realizar la detección de los símbolos  
POLLING 20, el equipo de cabecera utiliza un dispositivo  
especial determinado por un filtro emparejado al símbolo de  
POLLING, tal y como se muestra en la figura 5. Este filtro  
incluye una serie de retardos 22 a través de los cuales  
10 pasa la respuesta recibida en el slot de interrogación 19.  
Estos retardos 22 vienen determinados por el intervalo de  
muestreo, es decir, la inversa de la frecuencia de muestreo  
utilizada para muestrear la señal.

Las salidas de los retardos 32 se multiplican  
por los coeficientes  $C_i$  del filtro, los cuales están  
15 igualados a la forma que tiene el símbolo POLLING 20, ya  
que éste es conocido por el equipo de cabecera. Estos  
coeficientes son los complejos conjugados de las muestras  
que constituyen un símbolo POLLING, de forma que si lo que  
se está recibiendo en el equipo de cabecera es un símbolo  
20 POLLING 20, al multiplicar mediante un multiplicador 23  
con los valores conjugados y sumarlos mediante un sumador  
24, se alcanza el máximo, y por tanto se puede detectar la  
llegada del símbolo POLLING, lo cual se utiliza en el  
equipo de cabecera para indicar la llegada de una respuesta  
25 al mensaje de interrogación.

Debido a que  $N$  es bastante elevado y por tanto  
el número de productos necesario también es alto, la  
invención ha previsto reducir el número de operaciones, de  
manera que se envía un símbolo POLLING 20 con  $X$  partes  
30 iguales, con lo que no se necesitan  $N$  multiplicadores 23 y  
retardadores 22, sino que se necesitan  $N/X$ . Al realizar la  
detección del máximo cuando llega un símbolo de POLLING  
aparecen  $X$  máximos. En resumen la detección del símbolo  
POLLING se realiza mediante la correlación de la señal  
35 recibida y de un símbolo POLLING previamente almacenado en

el equipo de cabecera lo cual se detecta mediante el filtro adaptado anteriormente descrito.

5           Mediante el módulo 25 se genera una señal de detección de símbolo POLLING cuando el módulo detecta un total de X picos, con aproximadamente el mismo nivel de potencia, espaciados  $N/X$  muestras.

10           Una vez detectado que uno o más usuarios quieren transmitir, el equipo de cabecera comunica qué usuario o usuarios pueden acceder al canal ascendente y los slots (intervalos de tiempo y/o frecuencia) que pueden utilizar mediante el mensaje SAM 26 que se envía periódicamente por el enlace descendente, como por ejemplo es el utilizado en el procedimiento descrito en la solicitud de patente española nº 200100916 y, en caso necesario, le  
15           solicita el envío de la secuencia de sincronismo tras realizar la adquisición ciega 12, tal y como fue descrito.

### **REIVINDICACIONES**

#### **1.- PROCEDIMIENTO PARA LA SINCRONIZACION DE LA COMUNICACION MEDIANTE MODULACION OFDM DE MULTIPLES EQUIPOS DE USUARIO CON UN EQUIPO DE CABECERA (CANAL**

5 **ASCENDENTE)**, aplicable a una comunicación bidireccional a través de la red eléctrica con medios para añadir y extraer un prefijo cíclico (10) a los símbolos OFDM (7) para evitar interferencias entre símbolos (ISI), y en la que se realiza una sincronización en frecuencia y tiempo en el canal  
10 descendente, determinado por la comunicación desde el equipo de cabecera (1) con los equipos de usuario (2), mediante el envío de secuencias de sincronismo (3); se caracteriza porque comprende:

15 - sincronizar en frecuencia mediante la corrección de la frecuencia de muestreo de los distintos equipos de usuario (2) a partir de la estimación realizada en la sincronización en frecuencia del enlace descendente; y

20 - precompensar, en los equipos de usuario (2) la rotación que sufren las distintas portadoras al ser enviadas por el enlace ascendente, a partir de la estimación de la rotación sufrida por las portadoras en el enlace descendente, todo ello para que el equipo de cabecera (1) no necesite realizar correcciones en la recepción del canal  
25 ascendente;

- sincronizar en el tiempo mediante la estimación por parte de los equipos de usuario (2) y del equipo de cabecera (1), del momento de envío de los  
30 símbolos OFDM (7) al equipo de cabecera, para que éste los reciba en instantes de tiempo fijos previamente establecidos;

- interrogar a los usuarios mediante la asignación desde el equipo de cabecera de intervalos de tiempo y/o frecuencia del canal ascendente (slots 19)  
35 divididos en fragmentos (27) para la interrogación de los

equipos de usuario (2) en los que éstos responden al equipo de cabecera (1) si y sólo si desean acceder al canal ascendente; tras lo que el equipo de cabecera (1) distribuye el canal ascendente entre las peticiones recibidas y envía dicha distribución a los equipos de usuario (2) para que éstos transmitan sin colisiones.

**2.- PROCEDIMIENTO PARA LA SINCRONIZACION DE LA COMUNICACION MEDIANTE MODULACION OFDM DE MULTIPLES EQUIPOS DE USUARIO CON UN EQUIPO DE CABECERA (CANAL ASCENDENTE),** según reivindicación 1, caracterizado porque comprende el empleo de los mismos osciladores para generar las frecuencias de muestreo de transmisión y recepción tanto en el equipo de cabecera como en los equipos de usuario, para que el error de frecuencia en el enlace descendente sea proporcional al error de frecuencia del enlace descendente, y la sincronización en frecuencia del enlace ascendente se realice al mismo tiempo que se realiza la sincronización en frecuencia.

**3.- PROCEDIMIENTO PARA LA SINCRONIZACION DE LA COMUNICACION MEDIANTE MODULACION OFDM DE MULTIPLES EQUIPOS DE USUARIO CON UN EQUIPO DE CABECERA (CANAL ASCENDENTE),** según reivindicación 2, caracterizado porque la precompensación de la rotación realizada en los equipos de usuario se efectúa mediante un rotor previsto en el transmisor, estimado a partir de la estimación realizada en cada una de las portadoras de las señales recibidas en el equipo de usuario a través del canal descendente, para que no se necesite realizar ninguna corrección de rotación en el equipo de cabecera sobre la señal recibida de los múltiples equipos de usuario.

**4.- PROCEDIMIENTO PARA LA SINCRONIZACION DE LA COMUNICACION MEDIANTE MODULACION OFDM DE MULTIPLES EQUIPOS DE USUARIO CON UN EQUIPO DE CABECERA (CANAL ASCENDENTE),** según reivindicación 1, caracterizado porque la sincronización comprende la generación y envío de una o

varias secuencias de sincronismo desde el equipo de usuario (2) al de cabecera (1) cuando este equipo de cabecera se lo solicita; estando la secuencia de sincronismo constituida por dos símbolos de sincronismo idénticos, y detectándose dicha secuencia de sincronismo en el equipo de cabecera mediante el maximizado del criterio de máxima verosimilitud, de manera que la sincronización temporal se efectúa a partir del cálculo del máximo de la correlación de las muestras de la secuencia enviada por los distintos usuarios, siendo este máximo determinado como el punto medio de la zona plana del pico de correlación cuyo tamaño en número de muestras es igual al número de muestras de prefijo cíclico (10) sin interferencia entre símbolos.

**5.- PROCEDIMIENTO PARA LA SINCRONIZACION DE LA COMUNICACION MEDIANTE MODULACION OFDM DE MULTIPLES EQUIPOS DE USUARIO CON UN EQUIPO DE CABECERA (CANAL ASCENDENTE),** según reivindicación 4, caracterizado porque la sincronización en el tiempo comprende una fase de adquisición y una fase de seguimiento en las que se modifica el momento de transmisión de los símbolos OFDM (7) en los distintos equipos de usuario (2) a partir de una estimación realizada para que dichos símbolos sean recibidos por el equipo de cabecera en instantes de tiempo fijos previamente establecidos.

**6.- PROCEDIMIENTO PARA LA SINCRONIZACION DE LA COMUNICACION MEDIANTE MODULACION OFDM DE MULTIPLES EQUIPOS DE USUARIO CON UN EQUIPO DE CABECERA (CANAL ASCENDENTE),** según reivindicación 5, caracterizado porque la fase de adquisición del sincronismo temporal está determinada por un lazo abierto en el que los equipos de usuario (2) estiman (12) el comienzo (8) de la transmisión de cada símbolo OFDM (7) a partir del sincronismo temporal obtenido en el enlace descendente; para lo que tras estimar el instante de llegada (9) de los símbolos OFDM (7) recibidos por el canal descendente, el equipo de usuario

compensa el retardo introducido por los filtros de su receptor y transmisor, así como el error medio cometido establecido a partir del prefijo cíclico (10), y emite los símbolos OFDM (7) en el instante (9) estimado tras la compensación.

5  
10  
15  
20  
25

**7.- PROCEDIMIENTO PARA LA SINCRONIZACION DE LA COMUNICACION MEDIANTE MODULACION OFDM DE MULTIPLES EQUIPOS DE USUARIO CON UN EQUIPO DE CABECERA (CANAL ASCENDENTE)**, según reivindicaciones 5 y 6, caracterizado porque la fase de seguimiento de la sincronización en tiempo está determinada por un lazo cerrado en el que el equipo de cabecera estima (14), a través de la señal recibida (13) que le fue enviada en la fase de adquisición de sincronismo de tiempo desde un equipo de usuario (2), el número de muestras que dicho equipo de usuario debe adelantar o retrasar el envío de los símbolos OFDM (7), para recibirlos exactamente en el instante esperado; enviando (15) el equipo de cabecera este número de muestras por el enlace descendente al equipo de usuario como un parámetro del mensaje SAM (26) que convencionalmente envía el equipo de cabecera a los equipos de usuario, a partir del cual el equipo de usuario realiza (16) dicho adelanto o retraso del envío de los símbolos OFDM, efectuándose continuamente el lazo abierto de la sincronización temporal, para que la estimación realizada por el lazo cerrado compense el retardo introducido por el canal.

**8.- PROCEDIMIENTO PARA LA SINCRONIZACION DE LA COMUNICACION MEDIANTE MODULACION OFDM DE MULTIPLES EQUIPOS DE USUARIO CON UN EQUIPO DE CABECERA (CANAL ASCENDENTE)**, según reivindicación 1, caracterizado porque el equipo de cabecera indica a los distintos usuarios que envíen secuencias de sincronización (3), para lo que otorga slots mediante los mensajes SAM enviados por el enlace descendente, para realizar una sincronización adecuada respecto a los equipos de usuario, de forma que únicamente

30  
35

efectúa la detección de las secuencias de sincronismo (3) en el enlace ascendente para un usuario cuando previamente le ha ordenado el envío de la secuencia de sincronismo (3).

5       **9.- PROCEDIMIENTO PARA LA SINCRONIZACION DE**  
**LA COMUNICACION MEDIANTE MODULACION OFDM DE MULTIPLES**  
**EQUIPOS DE USUARIO CON UN EQUIPO DE CABECERA (CANAL**  
**ASCENDENTE)**, según reivindicación 1, caracterizado porque  
10 el equipo de cabecera asigna slots de interrogación (19) divididos en fragmentos (27), mediante el envío de los  
mensajes SAM (26) a los distintos equipos de usuario (2),  
transmitiendo dichos equipos de usuario, en el caso de  
necesitar transmitir, un símbolo POLLING (20) en los  
15 fragmentos (27) asignados, de forma que el equipo de  
cabecera determine qué equipos de usuario desean transmitir  
información y optimice los algoritmos de distribución del  
enlace ascendente entre los equipos de usuario.

20       **10.- PROCEDIMIENTO PARA LA SINCRONIZACION DE**  
**LA COMUNICACION MEDIANTE MODULACION OFDM DE MULTIPLES**  
**EQUIPOS DE USUARIO CON UN EQUIPO DE CABECERA (CANAL**  
**ASCENDENTE)**, según reivindicación 9, caracterizado porque  
los slots de interrogación (19) se dividen en pequeños  
fragmentos de tamaño igual o mayor al tamaño de un símbolo  
de POLLING (20), para interrogar a una pluralidad de  
equipos de usuario al mismo tiempo, de manera que el equipo  
25 de cabecera asigna un fragmento a uno o más equipos de  
usuario a los que quiere interrogar, mediante mensajes SAM,  
y en el que el usuario que quiere transmitir responde a la  
interrogación mediante el símbolo POLLING (20) en el  
fragmento asignado.

30       **11.- PROCEDIMIENTO PARA LA SINCRONIZACION DE**  
**LA COMUNICACION MEDIANTE MODULACION OFDM DE MULTIPLES**  
**EQUIPOS DE USUARIO CON UN EQUIPO DE CABECERA (CANAL**  
**ASCENDENTE)**, según reivindicación 10, caracterizado porque  
en cada fragmento los usuarios envían un único símbolo  
35 POLLING (20), dejando en silencio (21) el resto del

fragmento cuando éste ocupa más de un símbolo, para que no se superpongan los símbolos POLLING (20) de respuesta a la interrogación de los usuarios, al responder en dos fragmentos distintos mientras los equipos de usuario no están correctamente sincronizados en tiempo.

5  
10  
12.- PROCEDIMIENTO PARA LA SINCRONIZACION DE LA COMUNICACION MEDIANTE MODULACION OFDM DE MULTIPLES EQUIPOS DE USUARIO CON UN EQUIPO DE CABECERA (CANAL ASCENDENTE), según reivindicaciones 1 y 11, caracterizado porque la detección del símbolo POLLING (20) se realiza mediante la correlación de la señal recibida y de un símbolo POLLING previamente almacenado en el equipo de cabecera, utilizándose, preferentemente, un filtro adaptado a la forma del símbolo para realizar la detección.

15  
20  
25  
13.- PROCEDIMIENTO PARA LA SINCRONIZACION DE LA COMUNICACION MEDIANTE MODULACION OFDM DE MULTIPLES EQUIPOS DE USUARIO CON UN EQUIPO DE CABECERA (CANAL ASCENDENTE), según reivindicación 12, caracterizado porque el símbolo POLLING (20) tiene X partes iguales para utilizar un filtro adaptado de respuesta finita con  $N/X$  productos (23) y retardos (22), siendo N el número de muestras que hay en el símbolo POLLING (20) enviado por el usuario en el fragmento asignado del slot de interrogación (19) cuando tiene la necesidad de transmitir por el enlace ascendente.



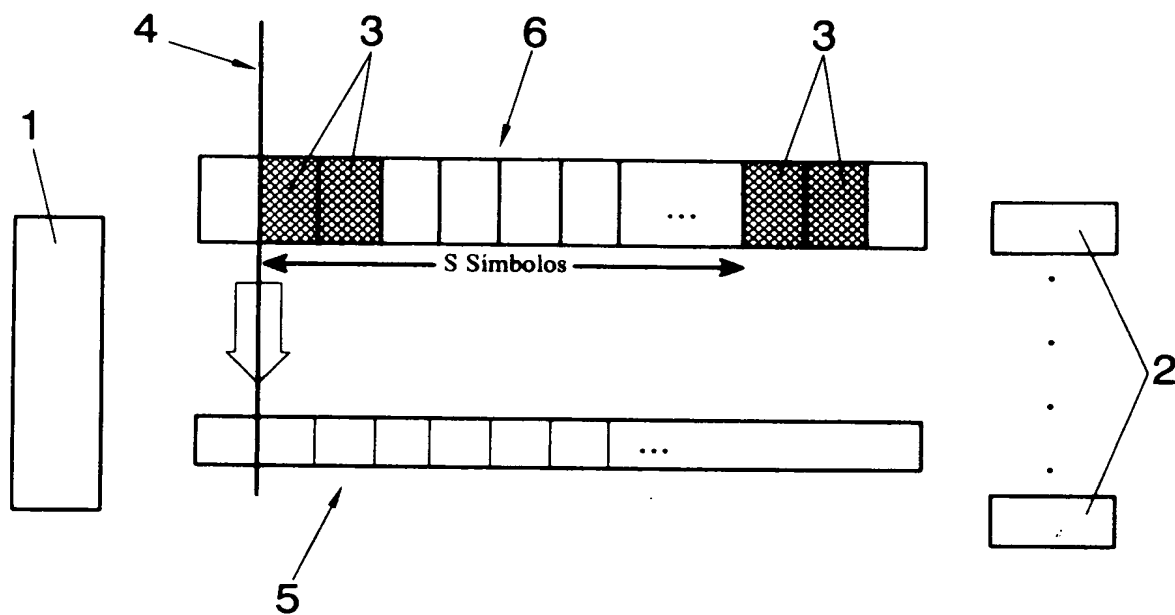


FIG. 1

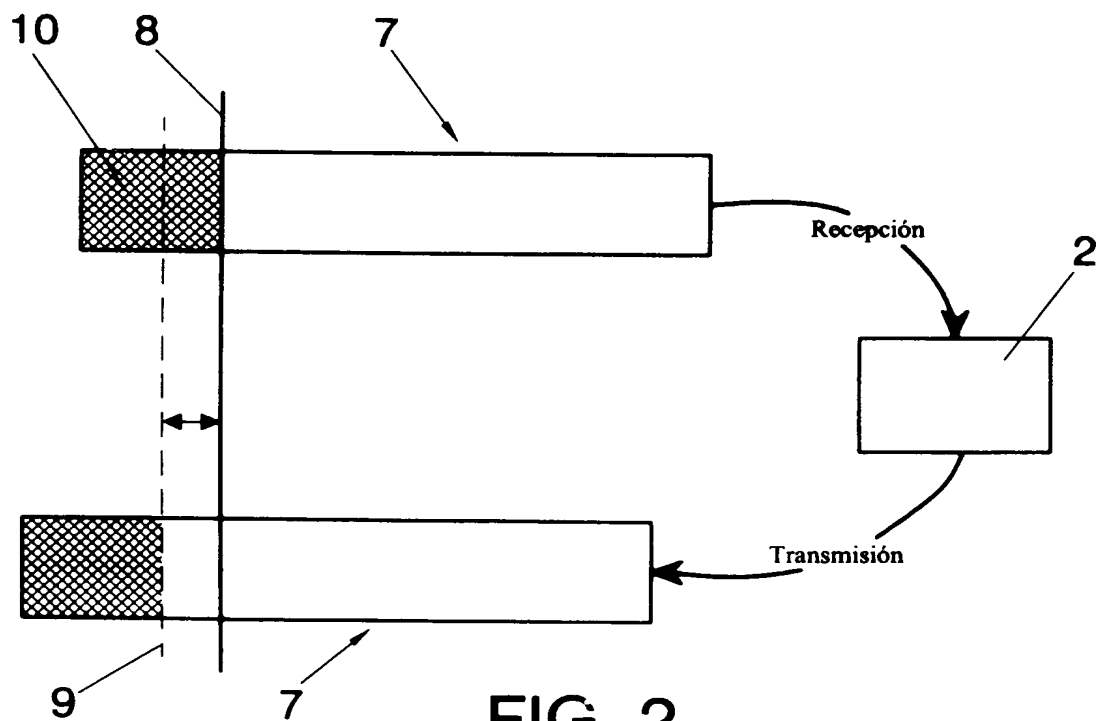


FIG. 2

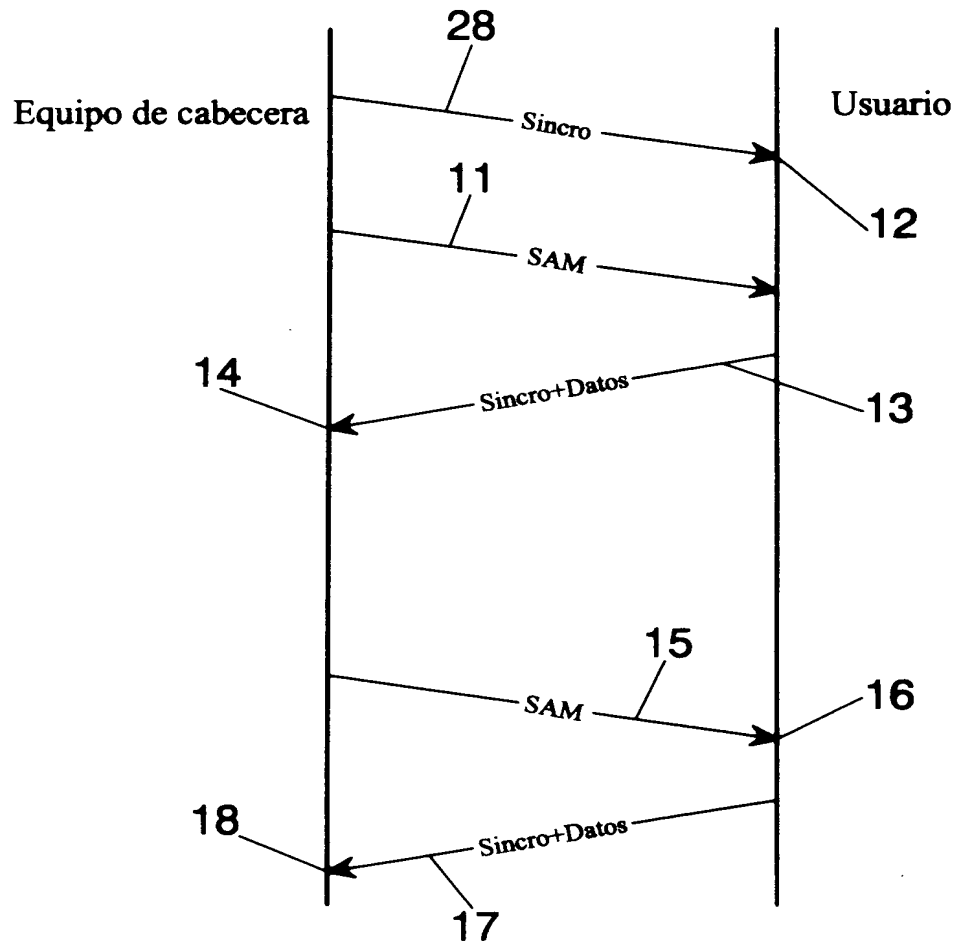


FIG. 3

